

Japan Patent Office (JP) Unexamined Patent Publication  
**UNEXAMINED PATENT GAZETTE (A)** No. 63-232422

Int. Cl.	ID No.	JPO Serial No.	Published: September 28, 1988
H01L 21/22		Q-7738-SF	
21/205		7739-SF	
21/31		6708-SF	
			Request for examination: Not yet requested
			No. of inventions: 1 (Total 6 pages)

Title of the Invention: Heat Treatment Apparatus for Semiconductor Wafer

Patent Application No.: 62-66262

Filing Date: March 20, 1987

Inventor: Shigeki Hirasawa, c/o Machinery Institute, Hitachi Ltd., 502 Kamidachi-cho, Tsuchiura-shi, Ibaragi-ken  
 Inventor: Toshihiro Komatsu, c/o Machinery Institute, Hitachi Ltd., 502 Kamidachi-cho, Tsuchiura-shi, Ibaragi-ken  
 Inventor: Takuji Torii, c/o Machinery Institute, Hitachi Ltd., 502 Kamidachi-cho, Tsuchiura-shi, Ibaragi-ken  
 Inventor: Kazuo Honma, c/o Machinery Institute, Hitachi Ltd., 502 Kamidachi-cho, Tsuchiura-shi, Ibaragi-ken  
 Inventor: Tetsuya Takagaki, c/o Musashino Plant, Hitachi Ltd., 1450 Kamimizu Honcho, Kohira-shi, Tokyo  
 Applicant: Hitachi Ltd., 4-6 Kanda Surugadai, Chiyoda-ku, Tokyo  
 Agent: Tatsuyuki Unuma RPA and four others

### Specification

1. TITLE OF THE INVENTION  
Heat Treatment Apparatus for  
Semiconductor Wafer

2. CLAIMS

(1) A heat treatment apparatus for a semiconductor wafer heat treating a semiconductor wafer inserted into a high temperature furnace, said heat treatment apparatus for a semiconductor wafer providing a loading/unloading port for the semiconductor wafer at the bottom of said high temperature furnace and providing a ceiling heater and side heater at a ceiling part and side part of the inside wall of said high temperature furnace.

(2) A heat treatment apparatus for a semiconductor wafer as set forth in claim 1, wherein said ceiling heater is divided into a plurality of sections in the radial direction and heater wires form spiral shapes at each section.

(3) A heat treatment apparatus for a semiconductor wafer as set forth in claim 1, wherein said ceiling heater is divided into a plurality of sections in the radial direction and heater wires form zigzag shapes at each section.

(4) A heat treatment apparatus for a semiconductor wafer as set forth in claim 1, wherein said side heater is divided into a plurality of sections in the vertical direction and heater wires form coil shapes at each section.

(5) A heat treatment apparatus for a semiconductor wafer as set forth in claim 1, wherein said ceiling heater and side heater can be independently controlled in amount of heat generated.

(6) A heat treatment apparatus for a semiconductor wafer as set forth in claim 1, wherein said high temperature furnace is a vertical cylindrical type.

### 3. DETAILED DESCRIPTION OF THE INVENTION

#### (Field of Utilization in Industry)

The present invention relates to a heat treatment apparatus for a semiconductor wafer such as a CVD apparatus, more particularly relates to a heat treatment apparatus for a semiconductor wafer suitable for uniform heat treatment of a semiconductor wafer.

#### (Prior Art)

In the past, a heat treatment apparatus for heat treating a semiconductor wafer in a vertical cylindrical type high temperature furnace, as described for example in Japanese Unexamined Patent Publication (Kokai) No. 60-171723, forms a heat treatment space, that is, heat treatment chamber, by a heater provided at the side part of the inside wall of a high temperature furnace, inserts a semiconductor wafer from a loading/unloading port of the semiconductor wafer formed at the bottom of the heat treatment chamber, performs heat

treatment, then takes out the wafer from the loading/unloading port.

(Problems to be Solved by Invention)

In the above prior art, however, since a heater is provided only at the side part of the inside wall of the high temperature furnace, when heat treating a large diameter semiconductor wafer, when the temperature of the semiconductor wafer inserted into the heat treatment chamber rises, the periphery of the semiconductor wafer becomes high in temperature while the center part becomes low in temperature, that is, the distribution of temperature in the plane of the semiconductor wafer becomes uneven. Due to this, there was the problem that variations occurred in the properties of the semiconductor wafer. This problem is solved by the use of a large high temperature furnace, but in this case there is the problem that the amount of heat radiated to the outside becomes larger.

An object of the present invention is to provide a heat treatment apparatus for a semiconductor wafer designed to enabling uniform heating of the semiconductor wafer as a whole when heat treating a semiconductor wafer inserted into a high temperature furnace.

(Means for Solving the Problems)

To achieve the above object, the present invention provides a heat treatment apparatus for a semiconductor wafer heat treating a

treatment apparatus 1 for a semiconductor wafer is provided with a high temperature furnace 2, an insertion jig 3, a loading jig 5, and an unloading jig 6.

The high temperature furnace 2 is formed into a vertical cylindrical shape and is comprised of a casing 8, a reaction tube 9, a soaking tube 10, a ceiling heater 11, and a side heater 12. The casing 8 is a cylindrical member comprised of a heat insulating material and having a closed top end. The bottom end is supported by refractory brick 14 placed on the stainless steel flange member 13. A hollow chamber 15 of a circular cross-section is formed inside.

The reaction tube 9 is a cylindrical member comprised of quartz and closed at the top end. It is housed in the hollow chamber 15 so that its center line matches with the center line of the hollow chamber 15. The bottom end is placed on the flange member 13. The soaking tube 10 is a cylindrical member comprised of silicon carbide etc. closed at the top end. It is arranged between the inside wall of the center chamber 15 and the outer peripheral surface of the reaction tube 9 so that its center axis matches with the center axis of the hollow chamber 15. The bottom end is placed on refractory bricks 14. A plurality of the refractory bricks 14 are assembled

semiconductor wafer inserted into a high temperature furnace, providing a loading/unloading port for the semiconductor wafer at the bottom of said high temperature furnace and providing at the ceiling part of the inside wall of said high temperature furnace a spiral shaped ceiling heater divided into a plurality of sections in the radial direction or a zigzag shape ceiling heater and providing at the side part of the inside wall of the high temperature furnace a coil-shaped side heater divided into a plurality of sections or a zigzag shaped side heater.

(Mode of Operation)

According to the above configuration, when inserting a semiconductor wafer into the high temperature furnace for heat treatment, the periphery of the semiconductor wafer is mainly heated by the side heater, while the center of the semiconductor is mainly heated by the ceiling heater. By controlling the amounts of heat generated by the heaters, the temperature distribution in the plane of the semiconductor wafer becomes uniform and good heat treatment is performed.

(Embodiments)

Next, the present invention will be explained with reference to the embodiments shown in the drawings.

FIG. 1 to FIG. 4 relate to a first embodiment of the present invention. The heat

together, so at the time of maintenance, it is possible to take out the soaking tube 10 from the casing 8 together with part of the refractory bricks 14.

The ceiling heater 11 is shaped as a disk formed by a resistance heating wire wound in a spiral and is divided into a plurality of sections in the radial direction. For example, it is comprised of two sections, that is, the large diameter first ceiling heater 11A and the small diameter second ceiling heater 11B. They are both arranged at the ceiling part 15a of the inside wall of the hollow chamber 16 centered on the center line of the hollow chamber 15. Further, temperature sensors 18A and 18B are buried in the casing 8 near the first and second ceiling heaters 11A and 11B. These temperature sensors 18A and 18B control the amounts of heat generated by the first and second heaters 11A and 11B.

The side heater 12 is formed by a resistance heating wire wound in a coil shape and is for example comprised of two sections divided in the vertical direction, that is, a first side heater 12A and second side heater 12B. It is arranged facing the outside wall of the soaking tube 10 at the side part 15b of the inside wall of the hollow chamber 15. Temperature sensors 16A, 16B are buried in the casing 8 near the first and second side heaters

12A, 12B. The temperature sensors 16A and 16B control the amounts of heat generated by the second side heaters 12A and 12B. Not shown heater supports are arranged between the top end of the first side heater 12A and outer peripheral surfaces of the first and second ceiling heaters 11A and 11B. The heater supports hold the first and second ceiling heaters 11A and 11B at the ceiling part 15a. Further, the first and second ceiling heaters 11A and 11B and the first and second side heaters 12A and 12B control the heating in the heat treatment space, that is, the heat treatment chamber 19, formed in the inside peripheral surface of the reaction tube 9.

The insertion jig 3 has heat resistance and is made of a material inert with respect to heat or a magnetic field, for example, quartz glass. It is attached cap 20 comprised of quartz glass filled inside it with quartz wool or another heat insulating material. It is set so as to approach the inside of the heat treatment chamber 19 from the semiconductor wafer loading/unloading port 21 formed in the flange member 13. A U-shaped bulge 3a formed at the top of the insertion jig 3 is formed with horizontal direction grooves for carrying the semiconductor

shown reaction gas supply pipe and is exhausted from a reaction gas exhaust pipe.

Next, the action of the first embodiment of the present invention will be explained.

As shown in FIG. 4, the loading jig 5 carrying one semiconductor wafer 22 at its projecting parts 5a is moved forward by a drive device 25B to a position reaching the inside of the bulges 3a of the insertion jig 3 near the bottommost point in the direction of the arrow E. Due to this, the semiconductor wafer 22 is transferred to the bottom groove 3c. Next, the loading jig 5 is retracted by the drive device 25B in the direction of the arrow F, carries a new semiconductor wafer 22 on its projecting parts 5a, and transfers the semiconductor wafer 22 to the top groove 3b of the insertion jig 3 descending to the bottommost point by the drive device 25A due to a similar action to the above. Next, in the same way as above, the loading jig 5 is retracted in the direction of the arrow F.

In this way, the insertion jig 3 carrying two semiconductor wafers 22 rises until it reaches a predetermined position in the heat treatment chamber 19 in the direction of the arrow A by the drive device 25A. Further, the semiconductor wafers 22 are heat treated in the heat treatment chamber 19 at a high temperature (about 1000°C).

In this case, the top first side heater 12A

wafer 22, for example, two grooves 3b, 3c, at facing walls. Further, the insertion jig 3 is configured so as to be able to move up and down in the direction of the arrows A-B by a motor or other drive device 25A controlled by a not shown control device attached to the support member 23 fixed at the bottom end.

The loading jig 5 is configured to be able to move horizontally in the direction of the arrows E-F by the drive device 25B controlled by the control device and is formed with projecting parts 5a for carrying a semiconductor wafer 22 on its top surface. The unloading jig 6 is arranged facing the loading jig 5 below the high temperature furnace 2 via the insertion jig 3. It is configured so as to be able to move horizontally in the direction of the arrows G-H by the drive device 25C controlled by the control device and is formed with projecting parts 6a for carrying a semiconductor wafer 22 on its top surface.

Note that the inside of the heat treatment chamber 19 is supplied, in accordance with the conditions of use, with nitrogen, argon, oxygen, water vapor, or another reaction gas from a not

particularly heats the periphery of the two semiconductor wafers 22, the first and second ceiling heaters 11A and 11B particularly heat the center of the top semiconductor wafer 22, and the bottom second side heater 12B heats the center of the bottom semiconductor wafer 22.

The correspondence between the temperatures of the heaters and the temperatures of the parts of the semiconductor wafers 22 is set in advance. Due to this, the amounts of heat generated are controlled so that the temperature distribution in the semiconductor wafers 22 becomes uniform. Further, this control is easily effected by the temperature sensors 16A, 16B, 18A, and 18B provided near the heaters.

The heater supports arranged between the outer peripheral surface of the ceiling heater 11 and top end of the first side heater 12A are low in temperature, so tends to make the distribution of temperature in the plane of the semiconductor wafer 22 nonuniform. The effect of the heater supports decreases as the amount of heat generated by the outside first ceiling heater 11A is made larger than the amount of heat generated by the inside second ceiling heater 11B. As a result, the temperature distribution in the plane of the semiconductor wafer 22 becomes uniform. Further, at the time of heat treatment of the semiconductor wafer 22, as shown

in FIG. 1, the loading/unloading port 21 is closed by the heat insulating cap 20 so as to enable the amount of heat radiated to be reduced.

To take out the heat treated semiconductor wafer 22, first the insertion jig 2 is made to descend to near the bottommost point by the drive device 25A. Next, the unloading jig 6 is made to move forward to a position reaching the inside of the bulges 3a of the insertion jig 3 in the direction of the arrow G by the drive device 25C. Due to this, the bottom semiconductor wafer 22 is transferred to the projecting parts 6a of the unloading jig 6. Next, the unloading jig 6 is made to retract to the direction of the arrows H by the drive device 25C so as to unload the semiconductor wafer 22 to the outside. When taking out the top semiconductor wafer 22, the insertion jig 3 is made to descend to the bottommost point by the drive device 25A and the same action as described above is performed.

Note that in the above first embodiment, the case is shown of dividing the side heater 12 into two sections, but if dividing the side heater 12 into three or more sections, it is possible to make the temperature distribution in the plane of the semiconductor wafer 22 even more precise and uniform. Therefore, for example, the case of dividing the side heater 12 into three sections will be

with a ceiling heater.

Further, the effect is the same even if the ceiling heater 11 is made a zigzag type ceiling heater shown in FIG. 5.

FIG. 6 relates to a second embodiment of the present invention. The difference from the first embodiment lies in the fact that a shaft part 3d of the insertion jig 3 is inserted into a through hole 30a formed in the heating insulating member 30 arranged below the high temperature furnace 2 via the loading jig 5 and unloading jig 6. According to the second embodiment, since the bottom of the high temperature furnace 2 is never opened, there is little fluctuation in temperature in the high temperature furnace 2. As a result, it is possible to heat treat the semiconductor wafer 22 at a more uniform temperature. The rest of the configuration and the action are similar to those shown in the first embodiment.

#### (Effects of the Invention)

As explained above, according to the present invention, at the time of transition when inserting a low temperature semiconductor wafer into the heat treatment chamber and raising it in temperature and at the steady state when raising the semiconductor wafer to a constant temperature, it is possible to heat treat the semiconductor wafer while maintaining a uniform temperature distribution, so it is possible to raise the quality of the semiconductor wafer. As a result, it is possible to greatly reduce the defect rate when processing a large

explained.

When inserting a low temperature semiconductor wafer 22 into the heat treatment chamber 19, the rate of rise of temperature of the semiconductor wafer 22 differs from the rate of rise of temperature of the cap 20. In this case, the side heater 12 at the center controls the amount of heat generated in accordance with the rate of rise of temperature of the semiconductor wafer 22, while the bottommost side heater 12 controls the amount of heat generated in accordance with the rate of rise of temperature of the cap 20, whereby the distribution of temperature in the plane of the semiconductor wafer 22 at the time of transition can be made further uniform.

Note that in the above embodiment, the case of dividing the ceiling heater 11 into two sections was shown, but if dividing it into three or more sections, it is possible to make the temperature distribution in the plane of the semiconductor wafer 22 even more precise and uniform. Further, even when not dividing the ceiling heater 11 into sections and leaving it as one part, while the precision drops, it is still possible to make the temperature distribution in the plane of the semiconductor wafer 22 strikingly more uniform compared with a conventional high temperature furnace not provided

integrated circuit. Further, it is possible to perform heat treatment at a high precision necessary for the large size of semiconductor wafers and the increased thinness and fineness of interconnect patterns.

Further, by providing the ceiling heater at the ceiling part of the inside wall of the high temperature furnace, it is possible to reduce the distance between the semiconductor wafer and ceiling part, so it is possible to make the high temperature furnace smaller in size and reduce the amount of electricity consumed.

#### 4. BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

FIG. 1 to FIG. 4 relate to a first embodiment of the present invention, wherein FIG. 1 is a longitudinal sectional view of heat treatment apparatus for a semiconductor wafer in the state with an insertion jig inserted into a heat treatment chamber, FIG. 2 is a partial perspective view of an insertion jig, FIG. 3 is a plan view of a first and second ceiling heater, FIG. 4 is a longitudinal sectional view of a heat treatment apparatus for a semiconductor wafer in the state with the insertion jig descending to near the bottommost point, and FIG. 5 is a plan view of another embodiment relating to a ceiling heater of the present invention. FIG. 6 relates to a second embodiment of the present invention and is a longitudinal sectional view of a heat treatment apparatus for a semiconductor wafer in the state with the insertion jig inserted into the heat treatment chamber.

- 1... heat treatment apparatus for semiconductor wafer,
- 2... high temperature furnace, 11... ceiling heater,
- 11A... first ceiling heater,
- 11B... second ceiling heater,
- 12... side heater, 12A... first side heater,
- 12B... second side heater,
- 15a... ceiling part, 15b... side part,
- 21... semiconductor wafer loading/unloading port,
- 22... semiconductor wafer

Agent: Tatsuyuki Unuma

⑫ 公開特許公報(A)

昭63-232422

⑬ Int.Cl.

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 昭和63年(1988)9月28日

H 01 L 21/22  
21/205  
21/31

Q-7738-5F  
7739-5F  
6708-5F

審査請求 未請求 発明の数 1 (全6頁)

⑮ 発明の名称 半導体ウェハの熱処理装置

⑯ 特 願 昭62-66262

⑰ 出 願 昭62(1987)3月20日

⑱ 発 明 者 平 沢 茂 樹 茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内

⑲ 発 明 者 小 松 利 広 茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内

⑳ 発 明 者 鳥 居 卓 爾 茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内

㉑ 発 明 者 本 間 和 男 茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内

㉒ 出 願 人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

㉓ 代 理 人 弁理士 鷗 沼 辰 之 外4名

最終頁に続く

明 細 書

1. 発明の名称

半導体ウェハの熱処理装置

2. 特許請求の範囲

(1) 高温炉内に半導体ウェハを挿入して熱処理する半導体ウェハの熱処理装置において、前記高温炉の下部に前記半導体ウェハの搬入出口を設け、かつ前記高温炉内壁の天井部および側面部に、天井ヒータおよび側面ヒータをそれぞれ設けた半導体ウェハの熱処理装置。

(2) 前記天井ヒータが半径方向に複数分割され、各分割域でヒータ線が螺旋状になっている特許請求の範囲第1項記載の半導体ウェハの熱処理装置。

(3) 前記天井ヒータが半径方向に複数分割され、各分割域でヒータ線がつづらおり状になっている特許請求の範囲第1項記載の半導体ウェハの熱処理装置。

(4) 前記側面ヒータが、上下方向に複数分割され、各分割域でヒータ線がコイル状になっている特許請求の範囲第1項記載の半導体ウェハの熱処

理装置。

(5) 前記天井ヒータおよび側面ヒータが、それぞれ独立して発熱量を制御できる特許請求の範囲第1項又は第4項記載の半導体ウェハの熱処理装置。

(6) 前記高温炉が縦形の円筒形である特許請求の範囲第1項記載の半導体ウェハの熱処理装置。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、拡散装置、CVD装置など半導体ウェハの熱処理装置に係り、特に半導体ウェハを均一に熱処理するのに好適な半導体ウェハの熱処理装置に関する。

(従来の技術)

従来、縦形円筒形状の高温炉内で半導体ウェハを熱処理する熱処理装置は、例えば特開昭60-171723号公報に記載されているように、高温炉内壁の側面部に設けたヒータにより加熱空間である熱処理室を形成し、該熱処理室の下方に形成した半導体ウェハの搬入出口より半導体ウェハ

を熱処理室内に挿入し、熱処理後、搬入出口から取出す構造になっている。

〔発明が解決しようとする問題点〕

しかし、上記従来技術では、高温炉内壁の側面部にしか、ヒータを設けていないため、直径が大きい半導体ウェハを熱処理する場合、熱処理室内に挿入された半導体ウェハの温度上昇時に、半導体ウェハの周囲が高温で、中央部が低温となり、すなわち、半導体ウェハ面内の温度分布が不均一となり、これにより半導体ウェハの特性にばらつきが生ずるという問題があった。この問題は大型の高温炉を使用すると解決するが、この場合、外部への放熱量が大きくなるという問題があった。

本発明の目的は、高温炉内に半導体ウェハを挿入して熱処理する場合、半導体ウェハ全体を均一に加熱できるようにした半導体ウェハの熱処理装置を提供することである。

〔問題点を解決するための手段〕

かかる目的達成のため、本発明は、高温炉内に半導体ウェハを挿入して熱処理する半導体ウェハ

の熱処理装置において、前記高温炉の下部に前記半導体ウェハの搬入出口を設け、かつ前記高温炉内壁の天井部に半径方向に複数分割された螺旋状の天井ヒータ、あるいはつづらおり状の天井ヒータを設け、かつ前記高温炉内壁の側面部に複数分割されたコイル状の側面ヒータ、あるいはつづらおり状の側面ヒータを設けたものである。

〔作用〕

上述の構成によれば、高温炉内に半導体ウェハを挿入して熱処理を行なう場合、側面ヒータにより半導体ウェハの周囲が主に加熱され、天井ヒータにより半導体ウェハの中央部が主に加熱される。また各ヒータの発熱量を制御することにより、半導体ウェハ面内の温度分布が均一となり、良好な熱処理が行なわれる。

〔実施例〕

以下、本発明を図面に示す実施例に基づいて説明する。

第1図から第4図は本発明の第1実施例に係り、半導体ウェハの熱処理装置1は、高温炉2と、挿

入治具3と、ロード治具5と、アンロード治具6とを備えている。

高温炉2は、縦形円筒状に形成され、ケーシング8と、反応管9と、均熱管10と、天井ヒータ11と、側面ヒータ12とからなっている。ケーシング8は、断熱材からなる上面を閉じた円筒体で、その下端が、ステンレス製のフランジ部材13上に設置された耐火レンガ14により支持されており、内部に断面円形の中空室15が形成されている。

反応管9は、石英からなる上面を閉じた円筒体で、その中心線が、中空室15の中心線と一致するように該中空室15内に収納されており、下端がフランジ部材13上に設置されている。均熱管10は、シリコンカーバイドなどからなる上面を閉じた円筒体で、その中心線が、中空室15の中心線と一致するように中空室15内壁と反応管9の外周面との間に配置され、下端が耐火レンガ14上に設置されている。耐火レンガ14は複数のレンガで組み合わされているため、保守時には

均熱管10を耐火レンガ14の1部と共にケーシング8から取り出すことができるようになっている。

天井ヒータ11は螺旋状に巻かれた抵抗発熱線で形成された円板状のもので、半径方向に複数に分割されている。例えば2個の直径の第1天井ヒータ11Aと小径の第2天井ヒータ11Bとからなっており、各中心を中空室15の中心線上に一致させて中空室15内壁の天井部15aに配置されている。また第1、第2天井ヒータ11A、11B近傍のケーシング8には、温度センサ18A、18Bがそれぞれ埋設されており、この温度センサ18A、18Bにより、第1、第2天井ヒータ11A、11Bの発熱量が制御される。

側面ヒータ12は、コイル状に巻かれた抵抗発熱線で形成され、例えば上下方向に2分割された2個の第1側面ヒータ12Aと第2側面ヒータ12Bとからなっており、中空室15内壁の側面部15bに均熱管10の外周面と対向して配置されている。第1、第2側面ヒータ12A、12B

近傍のケーシング8には、温度センサ16A、16Bがそれぞれ埋設されており、この温度センサ16A、16Bにより第1、第2側面ヒータ12A、12Bの発熱量が制御される。また第1側面ヒータ12Aの上端と第1、第2天井ヒータ11A、11B外周面との間には図示しないヒータ支持具が配置されており、このヒータ支持具により第1、第2天井ヒータ11A、11Bは天井部15aに保持されている。そして、第1、第2天井ヒータ11A、11Bおよび第1、第2側面ヒータ12A、12Bにより反応管9の内周面に形成された加熱空間である熱処理室19内が加熱制御される。

挿入治具3は耐熱性を有し、かつ熱や電場に対して不活性な材料、例えば石英ガラスからなり、内部に石英ウールなどの断熱材を充填した石英ガラスからなるキャップ20に取付けられており、フランジ部材13に形成された半導体ウェハ搬入出口21から熱処理室19内に進むように設定されている。挿入治具3の上部に形成されたコの字

状の膨出部3aには、半導体ウェハ22を載置する水平方向の溝、例えば2条の溝3b、3cが対向する側部にそれぞれ形成されている。また挿入治具3は、下端に固着された支持部材23に装着された図示しない制御装置で制御されるモータ等の駆動装置25Aにより矢印A-Bの方向に上下運動できるように構成されている。

ロード治具5は、高温炉2の下方に配置され、制御装置で制御される駆動装置25Bにより矢印E-Fの方向に水平運動できるように構成されており、上面に半導体ウェハ22を載置する凸部5aが形成されている。アンロード治具6は、挿入治具3を挟んで高温炉2の下方にロード治具5と対向して配置され、制御装置で制御される駆動装置25Cにより矢印G-Hの方向に水平運動できるように構成されており、上面に半導体ウェハ22を載置する凸部6aが形成されている。

なお、熱処理室19内には、使用条件に応じて、窒素、アルゴン、酸素、水蒸気などの反応ガスが図示しない反応ガス供給管により供給され、反応

ガス排気管から排出されるようになっている。

つぎに、本発明の第1実施例の作用を説明する。

第4図に示すように、1枚の半導体ウェハ22を凸部5aに載置したロード治具5は、駆動装置25Bにより矢印Eの方向に最下点近傍にある挿入治具3の膨出部3a内に達する位置まで前進する。これによって半導体ウェハ22は、下方の溝3cに移し入れられる。その後、ロード治具5は、駆動装置25Bにより矢印Fの方向に後退し、新しく半導体ウェハ22を凸部5aに載置し、前述と同様の作用により駆動装置25Aにより最下点まで下降した挿入治具3の上方の溝3bに半導体ウェハ22を移し入れる。その後、前述と同様にロード治具5は矢印Fの方向に後退する。

このように、2枚の半導体ウェハ22を載置した挿入治具3は、駆動装置25Aにより矢印Aの方向に熱処理室19内の所定位置に達するまで上昇する。そして、半導体ウェハ22は熱処理室19内で高温(約1000℃)で加熱処理される。

この場合、上方の第1側面ヒータ12Aは、2

枚の半導体ウェハ22の周辺部を特に加熱し、第1、第2天井ヒータ11A、11Bは、上方の半導体ウェハ22の中央部を特に加熱し、下方の第2側面ヒータ12Bは、下方の半導体ウェハ22の中央部を加熱する。

ところで、各ヒータの温度と半導体ウェハ22の各部の温度との対応は、あらかじめ設定されており、これによって、半導体ウェハ22面内の温度分布が均一になるように各ヒータの発熱量が制御される。また、この制御は、各ヒータの近傍に設けられた温度センサ16A、16B、18A、18Bにより容易に行なわれる。

天井ヒータ11の外周面と第1側面ヒータ12A上端との間に配置されたヒータ支持具は、低温のため、半導体ウェハ22面内の温度分布を不均一にさせる傾向にある。このヒータ支持具の影響は、外側の第1天井ヒータ11Aの発熱量を内側の第2天井ヒータ11Bの発熱量より大きくすることによって減少し、この結果、半導体ウェハ22面内の温度分布が均一となる。また半導体ウ

ウェハ22の熱処理時には、第1図に示すように、断熱材のキャップ20により搬入出口21が閉塞されており、放熱量を小さくすることができる。

熱処理された半導体ウェハ22を外部に取出すには、まず挿入治具3を駆動装置25Aにより最下点近傍まで下降させる。つぎに、アンロード治具6を駆動装置25Cにより矢印Gの方向に挿入治具3の膨出部3a内に遠する位置まで前進させる。これによって下方の半導体ウェハ22は、アンロード治具6の凸部6aに移し変えられる。その後、アンロード治具6を駆動装置25Cにより矢印Hの方向に後退させることによって、半導体ウェハ22は外に搬出される。上方の半導体ウェハ22を外部に取出すときには、挿入治具3を駆動装置25Aにより最下点まで下降させ、上述と同じ作用により行なう。

なお、上記第1実施例では、側面ヒータ12を2分割した場合を示したが、側面ヒータ12を3分割以上にすれば、半導体ウェハ22面内の温度分布をさらに精度よく均一にすることができるもの

ので、例えば側面ヒータ12を3分割した場合について説明する。

低温の半導体ウェハ22を熱処理室19内に挿入した場合、半導体ウェハ22の温度上昇速度は、キャップ20の温度上昇速度と異なる。この場合、中央部の側面ヒータ12は、半導体ウェハ22の温度上昇速度に合わせて発熱量を制御し、最下部の側面ヒータ12は、キャップ20の温度上昇速度に合わせて発熱量を制御することにより、過渡時における半導体ウェハ22面内の温度分布をさらに均一に保つことができる。

なお、上記第1実施例では、天井ヒータ11を2分割した場合を示したが、3分割以上にすれば、半導体ウェハ22面内の温度分布をさらに精度よく均一にすることができるものである。また、天井ヒータ11を複数に分割せず1体の場合でも、精度が低下するが、天井ヒータを設けていない従来の高温炉に比較して飛躍的に、半導体ウェハ22面内の温度分布を均一にすることができる。

また、天井ヒータ11を第5図に示すようにつ

づらおり状の天井ヒータにしても効果は同じである。

第6図は本発明の第2実施例に係り、第1実施例と異なるところは、高温炉2の下方にロード治具5およびアンロード治具6を挟んで配置された断熱材30に形成された貫通孔30aに挿入治具3の軸部3dを嵌挿させるようにした点である。第2実施例によれば、高温炉2の下方を開放することがないため、高温炉2内の温度変動が小さく、その結果、半導体ウェハ22をさらに均一な温度で熱処理することができる。その他の構成および作用は、第1実施例に示すものと同様である。

#### 〔発明の効果〕

上述のとおり、本発明によれば、低温の半導体ウェハを熱処理室内に挿入して温度上昇させる過渡時および半導体ウェハを一定温度まで上昇させた定常時において、半導体ウェハ面内の温度分布を均一に保ちながら熱処理することができるので、半導体ウェハの品質を向上させることができ、この結果、半導体ウェハから大集積回路を加工する

際の不良率を大幅に減少させることができる。また半導体ウェハの大径化や配線パターンの微細化に必要な高精度の熱処理を行なうことができる。さらに、高温炉内壁の天井部に天井ヒータを設けたことにより半導体ウェハと天井部との間隔を小さくすることができるので、高温炉を小形にすることができ、かつ電力消費量を少なくすることができる。

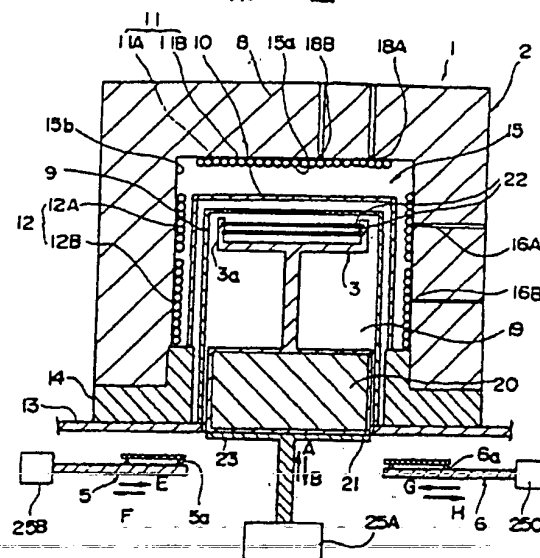
#### 4. 図面の簡単な説明

第1図から第4図は本発明の第1実施例に係り、第1図は熱処理室内に挿入治具を挿入した状態における半導体ウェハの熱処理装置の縦断面図、第2図は挿入治具の部分斜視図、第3図は第1および第2天井ヒータの平面図、第4図は下死点近傍まで挿入治具が下降した状態における半導体ウェハの熱処理装置の縦断面図、第5図は本発明の天井ヒータに関する他の実施例の平面図、第6図は本発明の第2実施例に係り、熱処理室内に挿入治具を挿入した状態における半導体ウェハの熱処理装置の縦断面図である。

- 1…半導体ウェハの熱処理装置、  
 2…高温炉、  
 11…天井ヒータ、  
 11A…第1天井ヒータ、  
 11B…第2天井ヒータ、  
 12…側面ヒータ、12A…第1側面ヒータ、  
 12B…第2側面ヒータ、  
 15a…天井部、15b…側面部、  
 21…半導体ウェハ搬入出口、  
 22…半導体ウェハ。

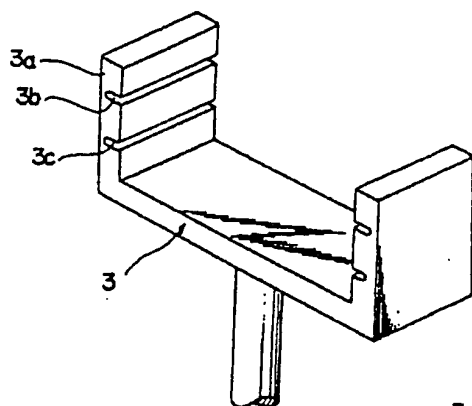
代理人 鶴沼 展之

第1図



- 1…半導体ウェハの熱処理装置、  
 2…高温炉、  
 3…搬入出口、  
 4…搬入出口、  
 5…搬入出口、  
 6…搬入出口、  
 7…搬入出口、  
 8…搬入出口、  
 9…搬入出口、  
 10…搬入出口、  
 11(11A, 11B)…天井ヒータ、  
 12(12A, 12B)…側面ヒータ、  
 13…搬入出口、  
 14…搬入出口、  
 15a…天井部、  
 15b…側面部、  
 16A…搬入出口、  
 16B…搬入出口、  
 17…搬入出口、  
 18…搬入出口、  
 19…搬入出口、  
 20…搬入出口、  
 21…半導体ウェハ搬入出口、  
 22…半導体ウェハ。

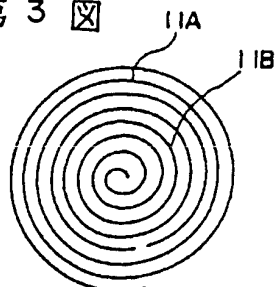
第2図



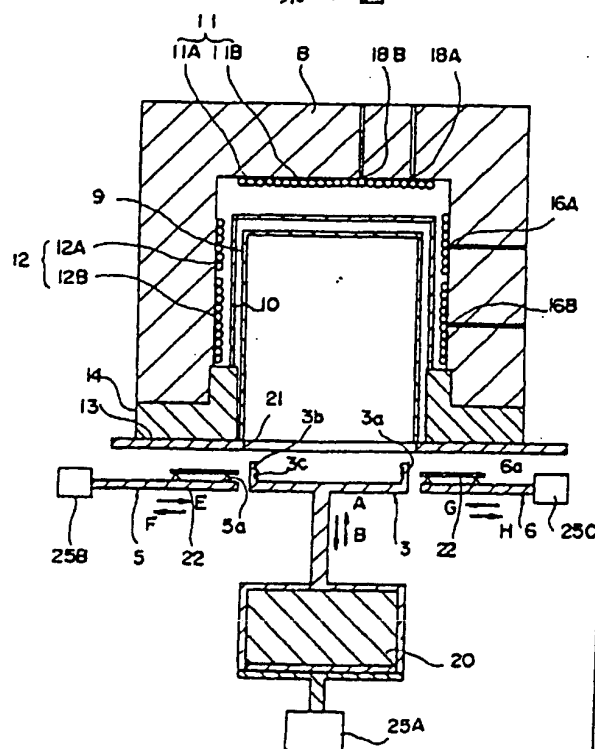
3a: 天井部

3b, 3c: 側面

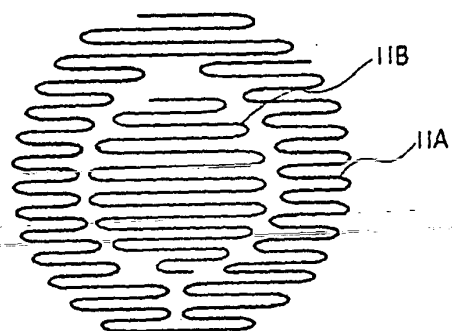
第3図



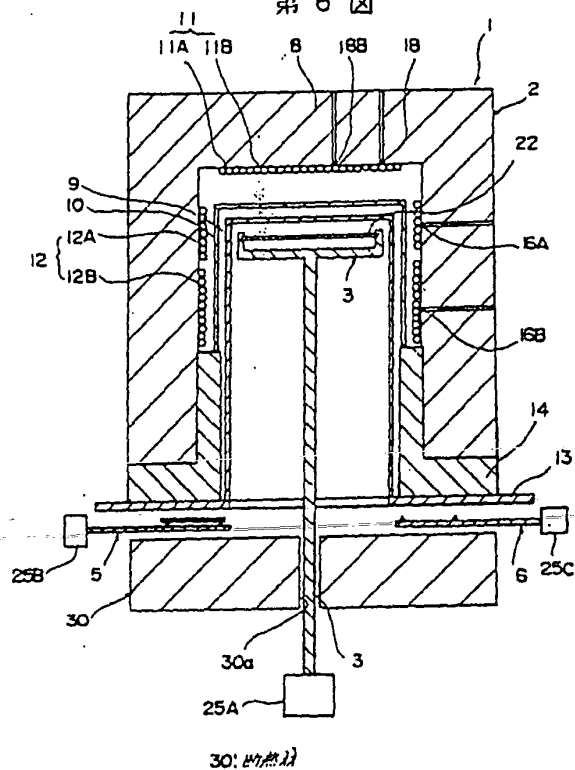
第4図



第5図



第6図



第1頁の続き

⑦発明者 高垣 哲也

哲也

東京都小平市上水本町1450番地 株式会社日立製作所武蔵工場内